动 物 学 研 究 2007，Apr. 28（2）：155－160　　CN 53－1040/Q　ISSN 0254－5853
Zoological Research

笼底类型对肉仔鸡行为的影响及其与胸囊肿发生率的关系

赵芙蓉[1,2]，赵亚军[1,*]，耿爱莲[1]，施正香[1]，李保明[1,*]

（1. 中国农业大学 农业部设施农业生物环境工程重点开放实验室，北京　100083；
2. 河南科技大学动物科技学院，河南 洛阳　471003）

摘要：为研究笼养肉仔鸡胸囊肿发生的行为学机制，观察比较3种盒式笼（笼底分别由铁丝网、塑料片和竹竿组成）中肉仔鸡从3至6周龄的行为，以及胸囊肿发生率的差异。结果表明：6周龄时，肉仔鸡在3种笼底上的伏卧行为虽无显著差异，但在行为格局中其比例最高（均在70%以上），而站立、行走和晃动3种行为之和仅占10%左右；竹竿笼底上的肉仔鸡行走频次、晃动频次和比例均显著高于铁丝和塑料笼底上的（均 $P<0.05$），而竹竿笼底上的肉仔鸡胸囊肿发生率显著低于铁丝笼底上的（$P<0.05$）；随着周龄增长，铁丝笼中肉仔鸡行走和晃动频次均减少，伏卧时间延长，胸骨承受的重量增大，这增加了胸部与铁丝网笼底接触及摩擦的几率和时间。实验结果说明，笼养肉仔鸡行为格局趋向静态单一化（动态行为频次降低，静态行为比例占优势）与其胸囊肿发病率的变化相一致，提示两者存在某种内在联系。这验证了我们提出的假设，即依赖于笼底类型和周龄的肉仔鸡行为趋向静态性是胸囊肿形成的必经环节。

关键词：笼底类型；肉仔鸡；行为；胸囊肿
中图分类号：Q831.4　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0254-5853（2007）02-0155-06

Effects of Cage Floor Systems on Behaviours and Breast Blister in Battery Broilers

ZHAO Fu-rong[1,2]，ZHAO Ya-jun[1,*]，GENG Ai-lian[1]，
SHI Zheng-xiang[1]，LI Bao-ming[1,*]

（1. *Ministry of Agriculture Key Laboratory for Agro-Biological Environment Engineering*，
China Agricultural University，*Beijing*　100083，*China*；
2. *College of Animal Science and Technology*，*Henan University of Science and Technology*，*Luoyang*　471003，*China*）

Abstract：In order to investigate the relationships between cage floor systems，behaviours and breast blisters in broiler chickens，we observed behavioural patterns and the incidence of breast blisters in chickens housed in three types of cages with different floors from the age of three weeks to six weeks. At three-four weeks，there were no occurrences of breast blisters among the broilers in all types of cages. At five and six weeks，there was a breast blister incidence of 14.75% and 20.68% respectively in broilers housed in wire-floored-cages. In plastic-floored cages，there was a 1.69% incidence of breast blister at both five and six weeks of age and in bamboo-floored cages an incidence of 0.76% at both ages. This presents a significant difference in breast blister incidence between wire floor-caged broilers and plastic/bamboo floor-caged broilers（$P<0.05$）. Although there was no significant difference in lying behaviour of broilers in the three types of cages，lying was the most common behavioral pattern of broilers in all three types of cages at over 70% at the age of six weeks. Meanwhile，broilers in bamboo-floored cages displayed significantly higher frequency of walking and shaking than did broilers in wire/plastic-floored cages（all $P<0.05$）. In wire-floored cages，walking and shaking frequency reduced notably with age，while the duration of lying and the weight on the sternum both increased. This results in the breast frequently touching and rubbing the wire floor accounting for the prevalence of breast blisters. These results suggest that the association of behavioural patterns with the type of cage floor and the prevalence of lying behaviour are key issues influencing the occurrence of breast blisters in battery broilers.

Key words：Cage floor system；Broiler chicken；Behavior；Breast blister

---

* 收稿日期：2006-11-06；接受日期：2007-01-16
基金项目：国家“十一五”科技支撑重点项目（2006BAD14B01）；国家自然科学基金资助项目（30100016，30500073）；北京市教育委员会共建项目建设计划（XK100190650）
* 通讯作者（corresponding authors），E-mail：libm@cau.edu.cn；yajunzhao126@126.com；地址：北京市海淀清华东路17号中国农业大学东区67信箱

笼养肉仔鸡常多发胸囊肿（breast blister），表现为胸骨囊肿处的羽毛很少或没有，皮肤薄而光滑且常有萎缩现象（O'Nell，1943；Gresham & Barwick，1962；Reed et al，1966）。传统的肉鸡笼养模式，虽具有饲养密度大、鸡舍利用率高、增重和饲料效率高，鸡体与粪便或垫料的分离而降低疾病和球虫病的发生，而且便于机械化与自动化管理等优点（Moore et al，1977；Koelkobeck et al，1984；Chen，1999；Xia，1997；He & Liu，2002）。但是笼养环境下肉鸡频发胸囊肿，则明显地降低活鸡及其肉产品等级，严重影响肉鸡生产和销售的经济效益（Oikawa et al，1993；Wang et al，2004；Castaneda et al，2005）。由于动物福利的原因，欧盟早在 1999 年就通过禁止传统鸡笼的决议，这项议案将从 2012 年在全欧盟强制推行，装配式鸡笼（enriched cages）将替代传统鸡笼（Appleby，2003）。这将势必冲击我国肉鸡笼养的生产模式。鉴于肉鸡笼养仍是当下我国大型家禽企业采用的主要模式，较高的鸡胸囊肿发病率仍然未得到控制，这制约着我国活鸡产销水平以及肉质品的消费档次提升。因此，在笼养模式下探寻预防和减少肉鸡胸囊肿的良好对策，是我国家禽养殖及其相关科研领域中仍需关注的一个重要课题。

鸡胸囊肿的发生受多种因素的影响，除了品种或品系、体型和体重、年龄等遗传、形态、生理、发育等内在因素外，环境因素的影响尤为突出。而这方面以往的研究，也主要集中在笼底材料上。Andrews et al（1974）的研究表明，在铁丝网笼底上肉仔鸡胸囊肿发病率最高。Fukusaka et al（1977）比较研究了竹材、硬质塑料和铁丝网 3 种笼底对胸囊肿发生的效应，结果表明，较之铁丝网笼底，竹材和硬质塑料的笼底环境下胸囊肿发生率较低。然而，Zulkifli & Siti（1998）用铁丝网与塑料两种笼底材料进行对比研究，结果却表明肉仔鸡胸囊肿不受笼底类型的影响，而且发现鸡更喜欢金属网底。这些相反观点，可能是不同的研究者所采用肉鸡品种的差异，拟或是同一品种但鸡龄不同所造成的。

关于笼养环境导致胸囊肿发生的机理，一些研究者提出这样的一致解释：胸囊肿是肉鸡在有限空间及环境丰富度单一的盒式笼中，胸部外表不断受到坚硬物体的摩擦刺激以及龙骨承受压力增大导致的（O'Neil，1943；Gresham & Barwick，1962；Reed et al，1966）。譬如，笼养鸡每天大约 68% 以上的时间处于蹲伏或伏卧姿势，经常与笼底接触，使得胸部外表羽毛受外力脱落、皮肤暴露受到摩擦而产生胸囊肿（Reed et al，1966）。肉仔鸡在休息时 60% 的重量压在胸突龙骨上（Reed et al，1966），随着周龄增重又加剧了龙骨承重压力，而笼底材料又影响支撑身体的腿和着地的趾形态发育以致产生腿趾变形弱化或腿趾无力现象（Dawkins et al，2004），结果迫使快速增重的肉鸡选择大部分时间以伏卧行为姿势对笼养条件进行逆境适应。可见，笼养环境下肉仔鸡活动和休息行为的受限，增大了胸囊肿多发几率。

将笼底材料、肉仔鸡行为和胸囊肿联系在一起的研究报道，目前尚不多见。因此，在本研究中，我们首先提出不同笼底材料上肉仔鸡活动和休息行为相互消长变化是形成胸囊肿的关键途径的假设。接着，我们具体探讨下列问题：不同笼底环境中的肉仔鸡行为是否存在差异？这些差异是否与胸囊肿的发生有着直接的关系？同时，不同周龄的肉仔鸡其行为变化是否与胸囊肿有联系？从而探讨不同笼底影响肉仔鸡胸囊肿发生的行为学基础，以便为指导生产实践提供科学的依据。

1 实验材料和方法

1.1 实验动物及其饲养管理

实验动物为 21 日龄、体重一致的爱拔益加（AA）肉仔鸡 108 只，随机分成 3 组，每组 36 只，分别饲养在形状和大小一致（长方形、1 500 mm × 850 mm）、而笼底材料不同的 3 种盒式笼中，笼底材料包括铁丝网、塑料条和竹竿 3 种：铁丝网的网格为 35 mm × 45 mm，铁丝直径为 3 mm；塑料笼底由直径为 15 mm 的半圆形仿竹竿的塑料片固定在旺丝上，组成间距为 20 mm 的塑料底网；竹竿笼底由直径 15—20 mm 的竹竿以 15 mm 的间踞排列而成。3 组饲养密度大小一致，均按生产水平设计：每组 36 只肉仔鸡分别饲养两个笼中，亦即同一笼底类型的鸡笼饲养 18 只肉仔鸡。

3 组实验鸡的饲料均采用玉米—豆粕型基础日粮，1—21 日龄蛋白含量为 21% ，22—43 日龄蛋白含量为 19%，代谢能均为 12.12 MJ/kg。均采用人工光照，光照时间 20 h/d，集中采暖，1—3 日龄育雏温度不低于 35℃，4—7 日龄舍温为 32—33℃，自第 2 周起每周降 3℃左右，第 5 周龄时舍温约 21—23℃，一直维持该舍温至实验结束。实

验过程中鸡自由采食和饮水。

1.2 胸囊肿检查和诊断

根据 O’Nell（1943）和 Gresham & Barwick（1962）的目视和触诊方法确定：囊肿处羽毛很少或没有，皮肤薄而光滑并可移动，且常见皮肤萎缩；囊肿大小不一，在该部位触诊时有波动感。3—4 周龄期间每 3 天检查全部（108 只）实验鸡胸囊肿的发生情况；5—6 周龄期间，每 2 天检查 1 次，实验结束时统计计算胸囊肿发生率。

1.3 胸骨受重的测算

测定所有实验鸡各周龄的平均体重，再根据鸡伏卧时其胸突龙骨所承受的重量达体重的 59.1% 这一参数（Reed et al，1966），计算出 3 组各周龄鸡胸骨所承受的平均重量。

1.4 行为指标的观测

在实验的每个鸡笼中随机选取 6 只鸡进行颜色标记（翅膀、背羽、尾羽），以便在整个实验过程中观察者对其进行个体识别，亦即每组行为观测 12 只。分别在 21、28、35、42 日龄时的上午 7：30—12：30 之间，使用录像机连续拍摄肉仔鸡在笼中一小时内的活动与休息。之后，我们在实验室使用购自荷兰 Noldus 信息技术公司的数字式行为图像记录分析仪（The Observer Video-Pro）对所拍摄的录像进行分析，主要测量了肉仔鸡站立、伏卧、行走和晃动 4 种行为（表 1）。其行为变量及其描述参照 Dawkins（2004）和 Zhao et al（2006）的报道。行为观察和测量是在计算机上启动 The Observer 5.1 程序并通过多媒体播放记录鸡只行为信息的影像文件开始的，对每只标记的鸡分别观察记录 1 h，观察结束后程序自动生成该样本的全部数据，包括每种行为变量的频次、平均持续时间、潜伏期等 15 项量化指标。在所测量行为的 15 种指标中，我们主要选取以下 3 种进行统计分析：频次，指观察期内各行为在每分钟内发生的平均次数；时间，即平均持续时间是由观察期内各行为发生的总持续时间除以总频次所得；比例，观察期内各行为持续时间总和占整个观察期时间的百分比。

1.5 统计分析

用 SPSS10.0 软件对测定数据进行统计处理。3 种笼底环境中胸囊肿发病率差异，用 Chi-square Test 进行两两比较。3 种笼底上肉仔鸡同种行为每种指标的差异，用非参数独立多组样本秩检验（Kruskal Wallis *H* Test）进行显著性分析；对存在显著性的行为指标，进一步采用非参数独立两组样本秩检验（Mann-Whitney *U* Test）对不同笼底的行为效应进行两两比较分析。铁丝笼中各周龄行为差异，用非参数关联两组样本秩检验（Wilcoxon Matched-pairs Test）进行两两比较分析。结果中的数据均以平均值 ± 标准差表示，$P<0.05$ 表示差异显著。

2 结　果

2.1 三种材质笼底上胸囊肿发生率的差异

在 3 种笼底类型中，铁丝网底上的肉仔鸡胸囊肿发病率在 5 和 6 周龄分别达到 14.75% 和 20.68%，显著高于塑料和竹竿笼底上的（后两者分别为 1.69% 和 0.76%）（$P<0.05$，Chi-square Test）。另外，3 和 4 周龄的肉仔鸡其胸囊肿的发病率均为 0（图 1）。

表 1　本文测定的行为变量及其描述
Tab. 1 Behaviour variables and description

行为变量 Behaviour variables	描述 Description
站立 Standing	站立不动的行为
伏卧 Lying	伏卧在笼中休息或环顾周围的行为
行走 Walking	在笼中漫步的行为
晃动 Shaking	伏卧时以腿部和胸部支撑、左右缓慢晃动身体的行为

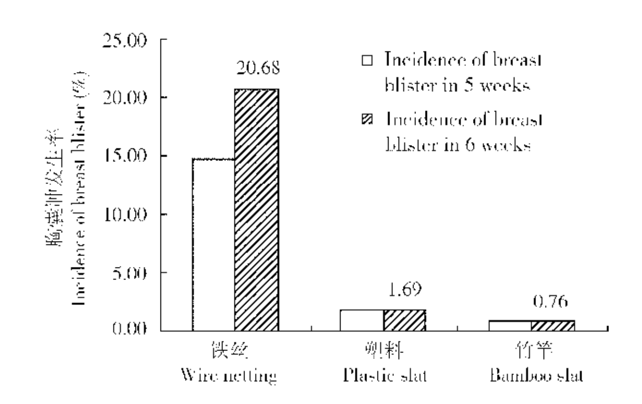


图 1　笼底类型对肉仔鸡胸囊肿发生的影响
Fig. 1　The effects of cage floor type on breast blister in broilers

2.2 三种材质笼底上 6 周龄肉仔鸡行为的差异

由于笼底类型在 6 周龄时对肉仔鸡胸囊肿发病率影响最大，因此这里仅列出该周龄肉仔鸡的行为指标测量和统计分析结果（表 2）。Kruskal Wallis *H* Test 分析结果表明（表 2），虽然肉仔鸡在 3 种类型材质笼底上站立时间，伏卧频次、时间及比例，行走时间和比例均无显著差异（均为 $P>0.05$），但是站立频次的差异接近显著水平（$P=0.07$），而其

表 2 三种笼底环境中 6 周龄肉仔鸡行为指标的差异

Tab. 2 The difference of behavioural indices of broilers in the different cage types at six weeks old

	站立 Standing			伏卧 Lying		
	频次（次/min）	时间（s）	比例（%）	频次（次/min）	时间（s）	比例（%）
铁丝 Wire netting	0.77±0.24	6.34±2.74	7.98±3.6[a]	0.71±0.19	65.15±20.54	71.92±9.13
塑料 Plastic slat	0.60±0.19	5.83±2.65	6.19±5.03[b]	0.61±0.12	77.32±18.14	75.37±9.24
竹竿 Bamboo slat	0.92±0.44	7.56±5.78	9.56±3.19[a]	0.83±0.31	59.64±26.21	71.68±5.48
Kruskal Wallis *H* Test，*P*	0.07	0.634	0.03	0.161	0.132	0.466
	行走 Walking			晃动 Shaking		
	频次（次/min）	时间（s）	比例（%）	频次（次/min）	时间（s）	比例（%）
铁丝 Wire netting	0.26±0.13[b]	2.83±0.63	1.22±0.71	0.09±0.07[b]	1.23±0.40	0.18±0.12[b]
塑料 Plastic slat	0.22±0.12[b]	2.95±0.81	1.05±0.61	0.08±0.09[b]	1.05±0.39	0.18±0.25[b]
竹竿 Bamboo slat	0.45±0.23[a]	2.46±0.35	1.83±0.88	0.19±0.14[a]	1.38±0.23	0.43±0.35[a]
Kruskal Wallis *H* Test，*P*	0.022	0.343	0.132	0.047	0.067	0.039

同列数字右上标字母不同者表示差异显著（Mann-Whitney *U* Test）。

Means in the same column with different superscript differ significantly (Mann-Whitney *U* Test).

比例具有显著差异（$P=0.03$），行走频次具有显著差异（$P=0.022$），尤其是晃动行为除时间差异接近显著水平外（$P=0.067$），频次（$P=0.047$）和比例（$P=0.039$）均有显著差异。另外，从行为格局或者行为谱特征来看，肉仔鸡在 3 种笼底上的伏卧行为比例均在 70% 以上，位列最高水平，而站立、行走和晃动 3 种行为之和仅占 10% 左右。

在上述分析基础上，用 Mann-Whitney *U* Test 进一步作两两比较分析（表 2），发现：在站立比例上，竹竿和铁丝网笼底上的鸡均显著高于塑料笼底上的鸡（$P<0.05$），而前两者无显著差异（$P>0.05$）；在行走频次上，竹竿笼底上的鸡显著高于铁丝网和塑料笼底上的鸡（$P<0.05$），而后两者无显著差异（$P>0.05$）；在晃动频次和比例上，竹竿笼底上的鸡均显著高于铁丝网和塑料笼底上的鸡（$P<0.05$），而后两者均无显著差异（$P>0.05$）。

2.3 铁丝网底笼中肉仔鸡不同周龄的行为差异

Wilcoxon Matched-pairs Test 分析结果显示，铁丝笼中的肉仔鸡各周行为的变化也存在差异（图 2、3、4）。肉仔鸡在 3 周龄的行走频次显著高于 6 周龄的（$P<0.05$），3 周龄的晃动频次均显著大于 4、5 和 6 周龄的（$P<0.05$）（图 2）。鸡站立、伏卧和行走的时间均受周龄的影响：3 周龄的站立时间均显著小于 5、6 周龄的（$P<0.05$）；3 周龄的伏卧时间显著小于 6 周龄的（$P<0.05$）；3、4、5 周龄的行走时间均小于 6 周龄的（$P<0.05$）（图 3）。3 周龄的晃动比例均高于 4、5、6 周龄的（$P<0.05$）。站立、伏卧和行走比例在周龄上无显著

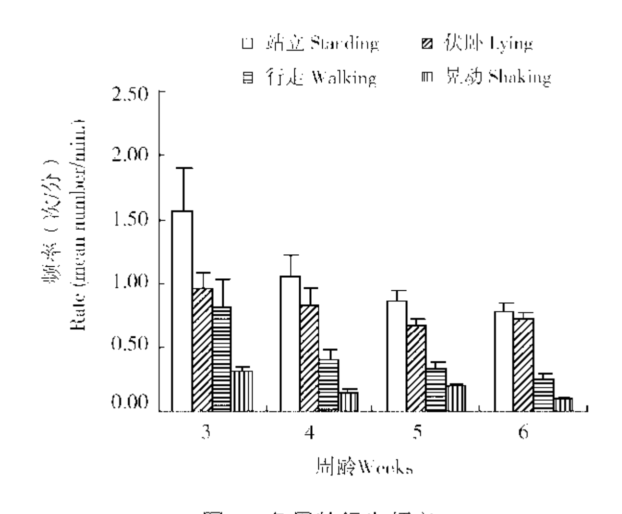


图 2 各周龄行为频率

Fig. 2 The frequency of behaviours in broilers at different ages

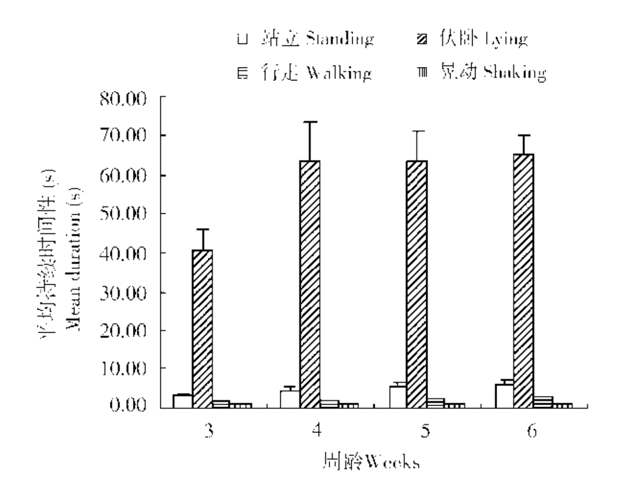


图 3 各周龄肉仔鸡行为的持续时间

Fig. 3 The mean duration of behaviours in broilers at different ages

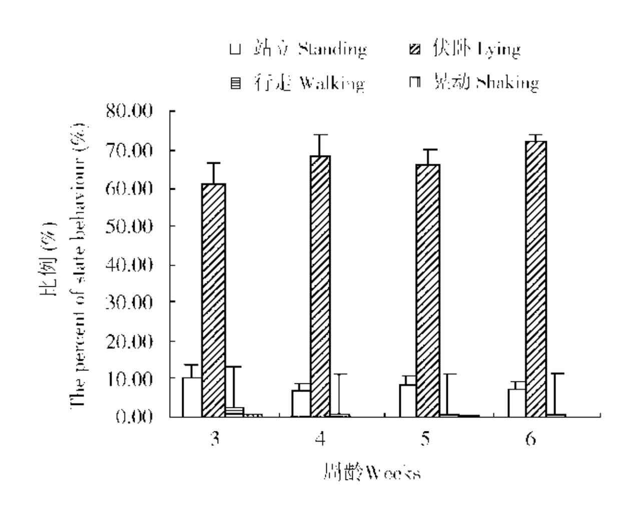


图 4　各周龄肉仔鸡行为的比例

Fig. 4　The relative percentage of behaviours in broilers at different ages

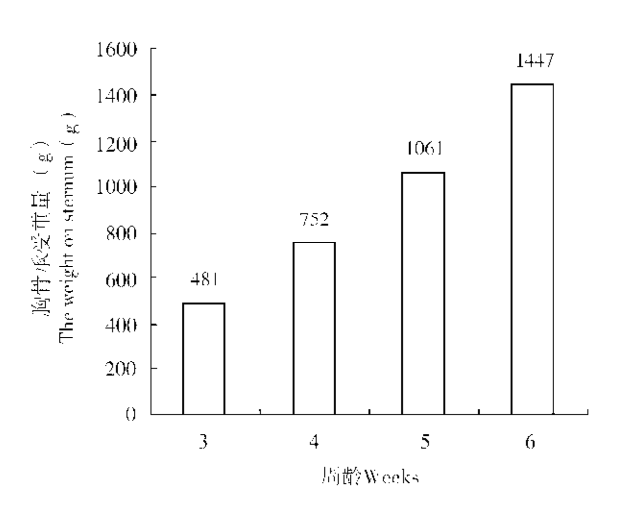


图 5　各周龄肉仔鸡胸骨承受的重量

Fig. 5　The weight on the sternum in broilers at different ages

差异；但随着周龄的增大，伏卧比例有升高的趋势，3、4、5 和 6 周龄分别为 60.77%、68.36%、66.11%和 71.92%，站立比例有下降的趋势，分别为 10.58%、7.55%、9.21%和 7.98%（图 4）。

2.4　各周龄肉仔鸡胸骨所承受的重量

由图 5 可知，随着周龄增加，龙骨所承受的重量越来越大，由 3 周龄时的 481.49 g，6 周龄时增大到 1446.83 g。

3　讨　论

Akpobome & Fanguy（1992）评价的笼底材料包括三大类：3 种底网（铁丝网、钢丝网和塑料网）、3 种多孔地板（木质、聚苯乙烯泡沫塑料和塑料）和 3 种复合板（坚硬的、旋转的和加软垫的），以坚固木头地板上铺垫刨花作为对照，网状笼底胸囊肿发生率最高，而加软垫的复合板最低。本研究中，我们选取的 3 种笼底材料，简化但又兼顾了前人的 3 大笼底类型。我们的结果显示，一方面，在胸囊肿发生率上，竹竿笼底鸡显著低于铁丝笼底鸡；另一方面，在行走频次及晃动频次和比例这些行为指标上，竹竿笼底鸡显著高于铁丝笼底鸡。基于这些结果，我们可以作出这样的分析：鸡在竹竿笼底上晃动和行走行为指标值较高，说明其经常变换体位可缓解龙骨承重压力（详见下文讨论），同时其伏卧时间比例相对较低则减少了笼底对胸部的持续接触摩擦刺激，那么较之铁丝网笼底，竹竿笼底上肉鸡这些行为变化使得发生和形成鸡胸囊肿的外在条件的几率显著降低，从而降低了胸囊肿发病率。我们的铁丝网笼底上胸囊肿发生率较高的结果，也与前人较多报道的关于铁丝笼底使鸡胸囊肿发病率显著升高的结果是一致的（Andrews et al，1974；Fukusaka et al，1977；Akpobome & Fanguy，1992）。本研究结果还显示，鸡在竹竿笼底上行走频次及晃动频次和比例显著高于在塑料笼底上，而这两种笼底上肉鸡的胸囊肿发病率却无显著差异（尽管后者稍高），这也许是竹竿与塑料两种笼底材料差异及其引起的行为差异，不如竹竿与铁丝网 2 种笼底差异及其引起的行为差异那么大。

Oikawa et al（1993）曾对从 20—48 日龄的肉鸡的行为姿势分坐位和站位进行了调查，结果表明大多数鸡选择伏卧姿势，70%—90%的肉鸡以伏卧度过，特别是 34 日龄和 42 日龄时比例更大，分别达到 83.1%和 87.6%，站立比例自 20—42 日龄由 23.3%降低到 12.4%。本实验的结果也显示，在铁丝网笼底上肉仔鸡，其伏卧比例由 3 周龄的 60.77%增大到 6 周龄的 71.92%，而站立比例逐渐下降，说明笼养鸡由于其饲料充足、活动空间受到限制，不需花太多的时间像平养条件下或放养条件下的鸡那样去寻觅食料，而有更多的时间用于伏卧休息。而 3 周龄的行走和晃动频次显著高于 6 周龄，说明周龄增大，其活动型行为的频次降低，则体位变化频次下降。与此同时，从 3 周龄到 6 周龄，伏卧时间显著增大，龙骨受压也从 481.49 g 增大到 1446.83 g（图 5）。这些行为随周龄增大其比例、频次以及时间发生的相应变化，使得鸡胸部

与笼底接触的时间增大，加之龙骨承受的重量也变大，便易导致胸部囊肿的发生。因此，铁丝网笼底上肉仔鸡在5、6周龄的胸囊肿发病率显著升高。值得注意的一点是，由于伏卧行为时间、胸骨承受的重量以及胸囊肿发病率，均随着周龄增大而增大，暗示伏卧行为与胸囊肿的发生存在某种内在联系。

综上所述，胸囊肿的发生与笼养肉仔鸡的伏卧和晃动行为以及行为姿势变化有关，但行为的变化一方面依赖于笼底材质类型，一方面依赖于自身的发育因素——鸡龄。从本文初步探讨结果来看，伏卧这一非活动性的行为占绝对比例且随周龄增大不断增大，使得其行为格局更加单一化，即动态行为频次降低、静态行为比例占优势，不妨称之为行为趋向静态性，其结果增大了鸡胸与笼底的接触及摩擦的几率和时间。那么，至少可作出这样的初步结论：依赖于笼底类型和鸡龄的肉仔鸡行为趋向静态性的变化是胸囊肿形成的必经环节。如果这一观点得到进一步证实，我们就有可能通过测量笼养肉仔鸡3、4周龄行为格局特征，尤其是伏卧行为比例，来预测其在5、6周龄胸囊肿发病趋势。因为行为变化早于形态特征的变化，从这个意义上讲，研究笼养鸡行为量化特征对预防胸囊肿具有新颖的积极的理论指导意义。

参考文献：

Akpobome GO, Fanguy RC. 1992. Evaluation of cage floor systems for production of commercial broilers [J]. *Poult Sci*, **71** (2): 274-279.

Anderws LD, Seay RL, Harres GC, Harris Jr, Nelson, GS. 1974. Flooring materials for caged broilers and their effect upon performance [J]. *Poult Sci*, **53** (3): 1141-1146.

Appleby MC. 2003. The European Union ban on conventional laying cages: History and prospects [J]. *J Appl Anim Welfare Sci*, **6**: 103-121.

Castaneda MP, Hirschler EM, Sams AR. 2005. Early postmortem carcass trim effects on the tenderness of broiler breast fillet [J]. *Poult Sci*, **84** (6): 951-954.

Chen JH. 1999. Application of technique on broilers breeding in cage [J]. *Heilongjiang Anim Sci Vet Med*, (9): 13. [陈继慧. 1999. 肉鸡笼养技术应用的研究. 黑龙江畜牧兽医, (9): 13.]

Dawkins MS, Donnelly CA, Jones TA. 2004. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density [J]. *Nature*, **427** (22): 342-344.

Fukusaka K, Yamano Y, Kaya H. 1977. Studies on prevention of breast blister of broiler chicken, 3: Material quality and structure of floor in cage [J]. *Bull Yamaguchi Prefect Poult Breed Stat* (Japan), (18): 24-31.

Gresham GA, Barwick MW. 1962. Broiler blister's in the broiler chicken [J]. *Nature*, **193**: 1306-1307.

He L, Liu YF. 2002. High benefit of broilers raising in cage [J]. *Tech Advis Anim Husbandry*, (8): 7. [何 丽, 刘云峰. 2002. 肉鸡笼养效益高. 养殖技术顾问, (8): 7.]

Koelkobeck KW, Cain JR. 1984. Performance, behaviour, plasma corticosterone and economic returns of laying hens in several management alternatives [J]. *Poult Sci*, **63**: 2123-2131.

Moore KD, Bradley JW, Fergusson TM. 1977. Radius breaking strength and egg characteristics of laying hens as affected by dietary supplements and housing [J]. *Poult Sci*, **54**: 1856-1867.

O'Nell JB. 1943. Morphology of the so-called "breast blisters" [J]. *Poult Sci*, **22** (6): 457-458.

Oikawa S, Tanaka S, Seimiya Y. 1993. Factors affecting the incidence of a breast blister in broilers and countermeasures towards the disease [J]. *J Jpn Soc Poult Disea* (Japan), **29** (1): 40-45.

Reed MJ, Whith HD, Houston TM, May KN. 1966. The use of different types of cage bottoms to reduce breast blisters in battery of broilers [J]. *Poult Sci*, **45**: 1418-1419.

Wang JP, Li FZ, Su XH, Wang YQ. 2004. Control on carcass quality of broilers in slaughter and processing plant [J]. *Tech Advis Anim Husbandry*, (12): 48. [王久平, 李奋忠, 苏宪红, 王雅芹. 2004. 屠宰加工厂肉鸡品质的控制. 养殖技术顾问, (12): 48.]

Xia SL. 1997. Study on commercial raising broilers between cage and floor system [J]. *Chn Poult*, (7): 26. [夏生林. 1997. 商品肉鸡笼养与平养的对比试验. 中国家禽, (7): 26.]

Zhao Y, Zhao YJ, Li BM, Shi ZX. 2006. The Influence of density and a partially shadowed layer on the behaviour and welfare of broile breeders in battery cages during laying [J]. *Zool Res*, **27** (4): 433-440. [赵 阳, 赵亚军, 李保明, 施正香. 2006. 饲养密度和鸡笼局部遮光对肉种鸡产蛋期行为和福利的影响. 动物学研究, **27** (4): 433-440.]

Zulkifli A, Siti K. 1998. The relationship between cage floor preferences and performance in broiler chickens [J]. *Asian-Aust Assoc Anim Prod Soc*, **11** (3): 234-238.